

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-65588

⑤Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④公開 昭和60年(1985)4月15日

// H 01 S 3/18
// H 01 L 21/3067377-5F
8223-5F

審査請求 有 発明の数 1 (全5頁)

⑬発明の名称 半導体レーザの製造方法

⑭特 願 昭58-172897

⑮出 願 昭58(1983)9月21日

⑯発明者 古 山 英 人 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内
⑯発明者 植 松 豊 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内
⑯発明者 奥 田 肇 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内
⑯発明者 平 山 雄 三 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内
⑰出 願 人 工 業 技 術 院 長

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に該基板と所定の屈折率差を有する結晶層を成長形成する工程と、上記結晶層及び基板を周期的にエッチングする工程と、次いで上記基板に熱処理を施し上記周期的エッチング面を平坦化する工程と、次いで上記平坦化した面上に所望の多層結晶層を成長形成する工程とを具備したことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

(2) 前記基板として InP、前記結晶層として InGaAsP を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、回折格子を共振器として用いる半導体レーザの製造方法に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

基板上に設けた周期的凹凸からなる回折格子は、ブラッグ反射条件を満足させることにより単一波長の選択が可能であり、DFB(分布帰還型)レーザやDBR(分布反射型)レーザ等の要素機構となっている。この種のレーザでは回折格子面上への結晶成長が必要であるが、ここで結晶成長温度による回折格子の熱変形が問題となっている。以下、この問題を InP 基板上に設けた回折格子を例にとり説明する。

第1図(a)は InP 基板1上に設けた回折格子2を示しているが、結晶成長終了後の回折格子2'は同図(b)に示す如く凹凸の高さが回折格子形成直後に比べて低くなることがある。この現象は、従来結晶成長中のメルトバック機構によるものと考えられていたが、最近高温待期中に起こる熱変形によるものであることが解明している。すなわち、高温待期中に回折格子の凸部が分解して移動し、これが回折格子の凹部において再結晶化する、所謂マス・トランスポーテーション。

ンによるものと云われている。そして、この現象が進行すると第1図(c)に示す如く全く平坦化された状態になることが確認されている。

このような回折格子の熱変形は、回折格子としての回折効率を下げてしまい、DFBレーザやDBRレーザの発振しきい値を上昇させる要因となる。このため、最近では結晶成長温度を約580〔℃〕と低くし、回折格子の熱変形を最小限に抑える手法が採用されている。しかしながら、熱変形を十分に抑えるには結晶成長の下限的な温度を用いなければならず、この場合結晶成長層の結晶性は必ずしも良好なものではなかった。また、DFBレーザでは回折格子からレーザの活性領域までの距離が短いため、回折格子の表面凹凸がレーザ特性や寿命特性等に悪影響を与えると云う問題があった。

そこで、熱変形による回折効率の低下がなく、また表面の平坦化された回折格子の実現が強く望まれている。

である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、従来問題となっていた熱変形を積極的に利用し、基板上の周期的凹部に該基板と屈折率の異なる半導体結晶を埋め込むことにより、表面の平坦な回折格子を実現することができる。このため、DFBレーザであっても、回折格子の表面状態によるレーザ特性や寿命特性の低下と云う問題は殆ど生じない。また、熱変形に起因する回折効率の低下が生じることはなく、発振しきい値を十分小さくすることができる。さらに、熱変形による影響を考慮する必要がないので、十分高い温度での結晶成長が可能となり、良質な結晶成長層が得られる等の利点もある。

〔発明の実施例〕

第2図(a)～(d)は本発明の一実施例に係わるDFBレーザ製造工程を示す断面図である。まず、第2図(a)に示す如くInP基板11上に該基板とは屈折率の異なるInGaAsP結晶層12を成長形

〔発明の目的〕

本発明の目的は、熱変形による回折効果の低下がなく、かつ表面の平坦化された回折格子を実現することができ、DFBレーザやDBRレーザのしきい値低下及び長寿命化等をはかり得る半導体レーザの製造方法を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明の骨子は、周期的凹凸による回折格子の動作機構を周期的屈折率差で置き換えることにより、回折格子の平坦化を実現することにある。

すなわち本発明は、回折格子上に所望の多層結晶層を成長形成して半導体レーザを製造する方法において、半導体基板上に該基板とは屈折率の異なる結晶層を成長形成したのち、上記結晶層及び基板を周期的にエッチングし、次いで熱処理を施し基板のエッチングによる凹部にエッチングされずに残った結晶層を埋め込み、上記周期的エッチング面を平坦化し、しかるのち前記多層結晶層を成長形成するようにした方法

成した。ここで、InGaAsPはその組成比を制御することによりInPとの格子整合をとることができ、またInPより高い屈折率を有する結晶である。

次に、2光束干渉法等を用い、第2図(b)に示す如く所望の周期でInGaAsP結晶層12及びInP基板11を選択エッチングした。このときのエッチング深さは、InGaAsP結晶層12の厚さより深く、InP基板11中に上記結晶層12の厚さと同程度以上の深さで溝13が形成されるよう行う。なお、各層のパラメータとしては、例えばInGaAsP結晶層の禁制帯幅を1.2〔 μm 〕、その厚さを0.2〔 μm 〕、エッチング深さを0.4～0.8〔 μm 〕程度とした。

次に、上記試料をPを含む雰囲気中で熱処理した。熱処理条件としては、例えば温度670〔℃〕、処理時間30分とする。このときの熱処理雰囲気中には、InP或いはInGaAsPからのPの蒸発を防止するために所定量のPを雰囲気中に含ませておく。このような熱処理を行うこ

とにより、第2図(c)に示す如く凸部にあったInGaAsP結晶が熱変形して凹部に再結晶化する。また、第2図(b)でのエッチング深さがInGaAsP結晶層12の厚みの2倍以上となっている場合には、再結晶化したInGaAsP結晶12上に更にInP結晶が再結晶化することもある。かくして平坦化された試料表面は、屈折率の異なる2つの結晶層が一方向に交互に配列されたものとなる。すなわち、周期的屈折率変化による回折格子が形成されることになる。

これ以降は通常のレーザ製造工程と同様に、第2図(d)に示す如く回折格子上に光導波路層21、第1クラッド層22、活性層23、第2クラッド層24及びオーミック・コンタクト層25を順次成長形成し、さらに電極26、27を被着することによって、DFBレーザが完成する。ここで、電極26の一部が取り除かれているのは、DFBレーザの端面間共振によるファブリペローモードを抑止するため、非励起領域を設けるためである。また、この構造では回折格

子製作の熱処理と各層21、～、25の結晶成長を連続して行うことも可能である。

かくして本実施例方法によれば、熱処理を積極的に利用した平坦な回折格子を実現することができ、DFBレーザのしきい値低下や長寿命化に極めて有効である。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、前記第2図(a)に示す工程において、InP基板11とInGaAsP結晶層12との間に第3図に示す如く中間層31としてのInP或いはInGaAsP結晶層を設けるようにしてもよい。この場合、InP基板11とInGaAsP結晶層12との界面を良好なものとすることができる。また、回折格子を構成する材料はInPとInGaAsPとに限定されるものではなく、GaAsとGaAlAsとのように所望の屈折率差の得られるものであればよい。さらに、DFBレーザに限らず、DFBレーザやGC(Grating Couple型)レーザ、その他回折格子を必要とする各種の半導体レーザに適用できるのは勿論の

ことである。要するに本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

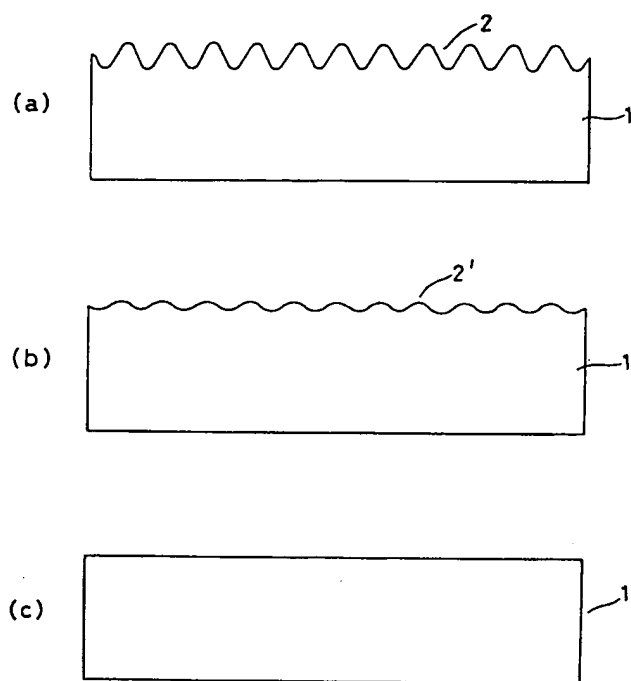
4. 図面の簡単な説明

第1図(a)～(c)は回折格子の熱変形による問題を説明するための断面図、第2図(a)～(d)は本発明の一実施例に係わるDFBレーザ製造工程を示す断面図、第3図は変形例を説明するための断面図である。

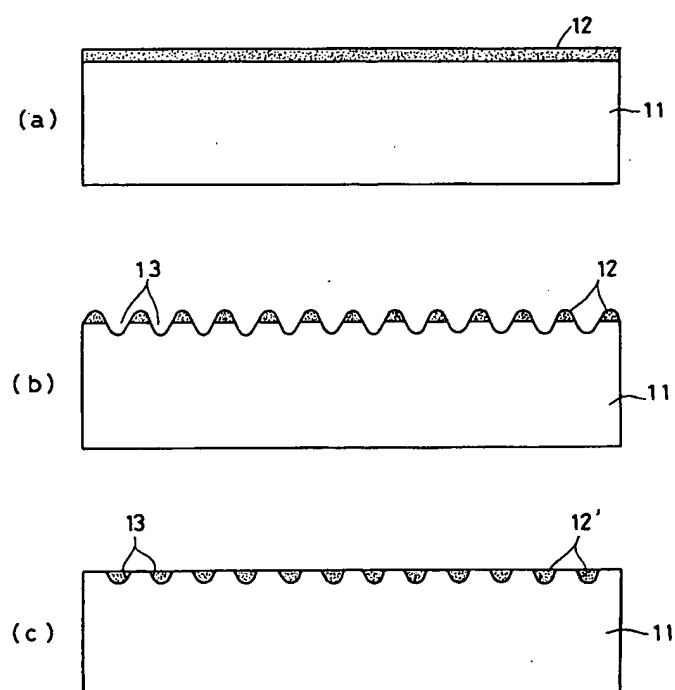
11…InP基板、12…InGaAsP結晶層、13…溝部、21…光導波路層、22、24…クラッド層、23…活性層、25…オーミック・コンタクト層、26、27…電極、31…中間層。

出願人 工業技術院長 川 田 裕 郎

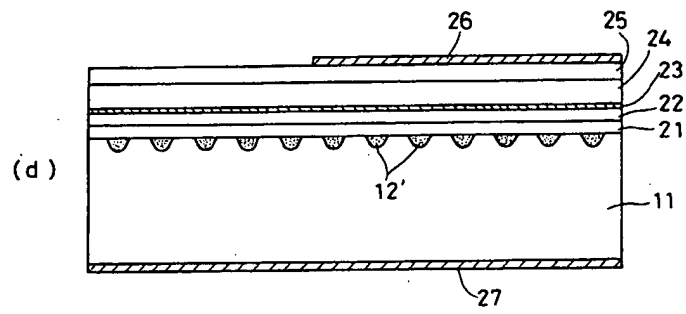
第 1 図



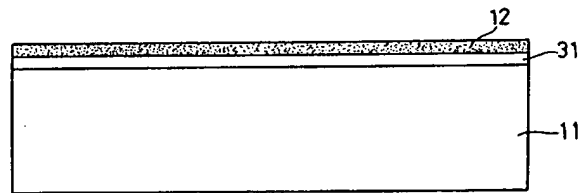
第 2 図



第 2 図



第 3 図



PAT-NO: JP360065588A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60065588 A

TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR LASER

PUBN-DATE: April 15, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FURUYAMA, HIDETO

UEMATSU, YUTAKA

OKUDA, HAJIME

HIRAYAMA, YUZO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

N/A

APPL-NO: JP58172897

APPL-DATE: September 21, 1983

INT-CL (IPC): H01S003/18, H01L021/306

US-CL-CURRENT: 372/43

ABSTRACT:

PURPOSE: To decrease the threshold value of a DFB laser or a DBR laser and to increase the lifetime of the laser by replacing the operating mechanism of a diffraction grating due to the periodic irregularity by periodic refraction index difference, and flattening the diffracting grating.

CONSTITUTION: An InGaAsP crystal layer 12 which has different refraction index from that of an InP substrate 11 is grown and formed, and selectively etched by a 2-luminous flux interfering method. An InGaAsP crystal is thermally deformed in a raised portion by the heat treatment in the atmosphere containing P to recrystallize the recess. The surface of the flattened sample is formed by alternately arranging two crystal layers of different refraction indexes, and a diffraction grating is formed by the variation in the periodic

refraction index. Then, the layers are sequentially grown on the grating in the same manner as the normal laser producing step, electrodes 26, 27 are covered to complete the DFB laser. The flat grating can be performed, thereby effectively decreasing the threshold value of the DFB laser and increasing the lifetime.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio